ISSN 1561-5359. Штучний інтелект, 2017, № 3-4

УДК 004.93

О.А. Золотухіна
Державний університет телекомунікацій, Україна
вул. Солом'янська, 7, м. Київ, 03110

ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ РЕСУРСІВ

O.A. Zolotukhina
State University of Telecommunications, Ukraine
7, Solomenska str., Kyiv, 03110

INFOLOGICAL MODELING OF THE RESOURCE SUPERVISING INFORMATION SYSTEM

Інфологічне моделювання даних є невід'ємною складовою процесу розробки інформаційної системи контролю витрат ресурсів. Звичайні чіткі високорівневі моделі даних не дозволяють враховувати недосконалу інформацію, яка міститься в описі різних видів ресурсів та процесів їх використання. На основі аналізу видів недосконалої інформації системи розроблено узагальнену інфологічну модель шляхом розширення ER-моделі представленням нечітких атрибутів. Запропонована модель дозволяє одночасне представлення чітких та нечітких атрибутів сутностей та відношень і може бути використана при проектуванні даталогічної моделі даних з урахуванням особливостей виробничих процесів конкретного підприємства.

Ключові слова: інфологічна модель, недосконала інформація, ресурси, режим роботи, контроль витрат ресурсів, розширена ER-модель, нечіткі атрибути.

Infological modeling of data is an integral part of the resource supervising information system developing process. Ordinary crisp high-level data models do not allow to consider the imperfect information contained in the description of various types of resources and their use processes. On the basis of the analysis of the system imperfect information types, a generalized infological model was developed by extending the ER-model with the representation of fuzzy attributes. The proposed model can allow the simultaneous presentation of crisp and fuzzy attributes of entities and relationships and can be used in datalogical modeling taking into account the features of the specific enterprise production processes.

Keywords: infological model, imperfect information, resources, operation mode, resource supervising, extended ER-model, fuzzy attributes.

Вступ

Побудова моделі даних будь-якої предметної галузі вимагає адекватного представлення існуючої інформації про об'єкти та зв'язки між ними, а також забезпечення можливості формування нових представлень, висновків, наборів даних чи рішень на основі існуючих у системі даних. Враховуючи те, що будь-яка модель є спрощеним відображенням реального світу, актуальними є такі форми представлення, які дозволяють максимально наблизити модельні характеристики тих чи інших сутностей до дійсних властивостей і, при цьому, забезпечити потрібний рівень представлення та обробки даних. Зважаючи на те, що інформаційна система контролю витрат ресурсів містить неоднорідну з точки зору чіткості інформацію, доцільним є інфологічне моделювання даних системи із використанням моделей, які враховують недосконалість множин доменів предметної галузі та відношень, побудованих на них. У даній роботі надається огляд загальних підходів до інфологічного моделювання чітких даних та даних, що мають ознаки недосконалості, в тому числі, з урахуванням рівнів неточності. Проводиться аналіз основних сутностей та відношень інформаційної системи контролю витрат ресурсів і пропонується узагальнена нечітка інфологічна модель, яка враховує види

недосконалості предметної галузі і базується на розширенні ER-моделі представленням нечітких атрибутів.

Постановка проблеми

Вирішення задач контролю витрат ресурсів базується на обробці даних про характеристики ресурсів, режими експлуатації, порядок технічного обслуговування та ремонту обладнання тощо. Способи формування цих даних включають витягування з різних джерел паперової чи електронної інформації, формулювання експертних тверджень про об'єкти та процеси, отримання показників експлуатації з датчиків чи інших технічних пристроїв тощо. Це зумовлює появу недосконалої інформації різних видів і вимагає, при побудові інфологічної моделі, застосування підходів, заснованих на нечіткому представленні даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Залежно від характеру інформації у доменах предметної галузі та побудованих на них відношеннях, з метою визначення меж системи та структурування даних, які повинні бути відображені в майбутній інформаційній системі, застосовують різні підходи до інфологічного моделювання.

У більшості інформаційних систем відомості про предметну галузь на верхньому рівні проектування можуть бути відображені за допомогою моделі сутність-відношення (Entity-Relation Model, ER-модель), яка дозволяє формалізувати опис із використанням базових понять «сутність», «відношення», «атрибут» [1]. Ця модель є дуже розповсюдженою, оскільки має простий формат опису і є достатньо зрозумілою як розробнику бази даних інформаційної системи, так і експерту предметної галузі. Крім того, при переході до даталогічного рівня, модель може з однаковим успіхом бути використана для проектування різних типів баз даних, включаючи реляційні, об'єктні та об'єктно-реляційні моделі, а в процесі практичної розробки можуть бути застосовані засоби автоматичної трансляції ER-моделі в таблиці (класи) конкретної системи управління базами даних [2].

Менш розповсюдженою у вітчизняній практиці є модель IFO, яка концентрується на семантичному та математичному аналізі даних предметної галузі [3]. Блоки, на яких ґрунтується модель, включають типи, фрагменти та схеми і дозволяють моделювати структуру об'єктів у доменах предметної галузі, описувати типи даних та функціональні відносини. Підтримка зв'язку «Is-a» досягається у фрагментах за допомогою генералізації (приведення типу об'єкта до типу класу-батька) або спеціалізації (приведення типу об'єкта до типу класу-нащадка). Побудова схеми IFO полягає у поєднанні фрагментів в орієнтований граф.

У випадку наявності в множинах доменів або відношень предметної галузі такої інформації, яка відноситься до категорії недосконалої, необхідно додатково враховувати не тільки структуру, типи даних і спосіб взаємодії сутностей, але й характер недосконалості. Недосконалу інформацію класифікують відповідно до того, які значення складають відповідні домени, яким чином була отримана інформація, наскільки достовірно вона описує сутності та відношення предметної галузі тощо. Виходячи з цих характеристик, виділяють суперечливі, неточні, невизначені, ненадійні та неповні дані. У процесі моделювання нечітких даних, при цьому, визначають три рівні нечіткості моделей [4]:

1. Наявність сутностей, відношень або множин атрибутів, для яких задані ступені належності до моделі;
2. Нечіткість відношень між сутностями;

3. Присутність суперечливих, неточних, невизначених, ненадійних та/або неповних значень в атрибутах сутностей та відношень.

У процесі інфологічного моделювання предметних галузей, які містять в тому чи іншому вигляді елементи нечіткості, використовують декілька підходів, які відрізняються трактуванням поняття нечіткості стосовно відображення цієї властивості інформації у базі даних.

Перший підхід полягає у розширенні звичайної моделі сутність-відношення (ER) за рахунок введення можливості представлення нечітких значень атрибутів [5, 6]. Інтерпретація нечіткостей у базах даних при цьому базується на відношенні взаємозамінності, яка застосовується для представлення похибок даних. Типовим прикладом подібних даних можуть виступати показники, отримані з вимірювальних пристроїв, датчиків чи приблизно розраховані людиною. При цьому нечіткість може застосовуватися до даних у вигляді міри схожості значень атрибута. Окремо можна виділити використання інструментарію нечітких запитів, який дозволяє організувати підтримку нечіткості на рівні інтерфейсу користувача, що проявляється у вигляді якісних, інтервальних чи неповних формулювань умов відбору [7, 8]. При цьому самі дані, збережені в базі, як правило, представляються чіткими типами, а при обробці кортежів можуть використовуватися класи членства, які визначають ступінь належності до певного нечіткого відношення, або в процесі формування запитів відбувається розширення набору чи діапазону допустимих для відбору значень за рахунок уведення допуску.

Наступний підхід використовує нечіткі розширені моделі сутність-відношення (FEER), в яких значення істинності може бути пов’язане із кожним типом зв’язку в схемі і використовується для визначення ступеня нечіткості кожного з понять генералізації, спеціалізації, категоризації (відношення єдиності взаємозв'язку примірника об'єкта-категорії з тим же примірником об'єкта-спільності) та агрегації (взаємозв'язок одного батьківського класу сутностей з декількома класами-нащадками сутностей) [9].

Третій вид моделей використовує графо-орієнтовані схеми, які дозволяють визначити та обробити нечіткість за допомогою пояснювальної бази із семантичними інтерпретаціями атрибутів і зв’язків [10].

І, нарешті, модель ExIFO розширює концептуальну модель IFO шляхом введення високорівневих примітивів для моделювання нечітких сутностей, а також визначення нечіткої інтерпретації логічних операторів OR, XOR та AND [11].

Таким чином, вибір способу представлення недосконалих даних є нетривіальною задачею, оскільки кожна з моделей має свої обмеження щодо можливостей і способів відображення подібних даних у базах даних, а також механізмів їх обробки.

Мета дослідження

Метою дослідження є верхньорівнева формалізація даних системи контролю витрат ресурсів шляхом побудови узагальненої нечіткої інфологічної моделі, яка враховує існуючі в предметній галузі елементи недосконалості інформації.

Визначення рівнів нечіткості інформації в системі контролю витрат ресурсів

Для визначення описаних в [4] рівнів нечіткості інформації, проведемо аналіз наявних у предметній галузі сутностей, відношень та множин атрибутів, які використовуються для контролю витрат ресурсів.

Основними об’єктами в системі контролю витрат ресурсів виступають, власне,

ресурси та виробничі процеси (або окремі їх стадії), в яких ці ресурси використовуються тим чи іншим способом. Характер використання ресурсів (задіяність, обсяги витрат, амортизація тощо) залежить насамперед від самого виробничого процесу, а також від його параметрів, які можуть визначатися режимом роботи, технологічними вимогами чи іншими показниками.

Позначимо через MR множину матеріальних ресурсів, які представляють обладнання чи механізми, що використовуються у виробничих процесах або його окремих стадіях (ця множина описує основні виробничі фонди, які відносяться до категорії матеріальних активів підприємства і включають засоби праці, що безпосередньо беруть участь у процесі виробництва і при цьому не змінюють свою первинну форму):

$$MR = \{MR_i\}, i = 1, 2, \ldots\ N, \quad (1)$$

де N – загальна кількість матеріальних ресурсів категорії основних фондів, які використовуються у виробничому процесі.

Множину витратних ресурсів/матеріалів, які задіються при роботі певного обладнання чи механізмів та повністю чи частково витрачаються під час виробничого процесу чи його окремої стадії, позначимо через CR:

$$CR = \{CR_j\}, j = 1, 2, \ldots\ M, \quad (2)$$

де M – загальна кількість витратних ресурсів/матеріалів, які використовуються у виробничому процесі.

Режими роботи задіяного обладнання/механізмів визначимо через множину MODE:

$$MODE = \{MODE_k\}, k = 1, 2, \ldots Q\ , \quad (3)$$

де Q – загальна кількість режимів роботи обладнання/механізмів, що притаманні деякому виробничому процесу або його окремій стадії.

Відношення, яке можна виділити між об’єктами предметної галузі, є у загальному випадку тернарним та виникає між елементами множин MR, CR та MODE. Воно визначає використання витратного ресурсу/матеріалу в роботі деякого обладнання при застосуванні певного режиму роботи обладнання. Характеристиками цього відношення можуть виступати кількісні показники (наприклад, об’єм витрати матеріалів множини CR) чи якісні (наприклад, міра зношеності обладнання, виражена у вигляді лінгвістичної величини «старе обладнання»/«обладнання середньої зношеності»/«нове обладнання»). Слід зазначити, що цим відношенням можуть бути поєднані одночасно лише по одному елементу множин MR, CR та MODE. В окремих випадках тернарне відношення може розбиватися на бінарні, наприклад, із наступним трактуванням: «В одному режимі/етапі з множини MODE може застосовуватися один чи декілька видів обладнання з множини MR, для кожного з видів обладнання визначено один чи декілька витратних ресурсів/матеріалів з множини CR (витрати будь-якого матеріалу CR_j є фіксованими для відповідного обладнання MR_i і не залежать від режиму роботи $MODE_k$)».

Таким чином, при представленні даних системи контролю витрат ресурсів наявність визначених у [4] рівнів нечіткості може проявлятися у наступному.

1. Дані про конкретний витратний матеріал CR_j та/або матеріальний ресурс MR_i можуть враховуватися у загальній моделі розрахунку витрат із деякими

ступенями важливості. При цьому нечіткість визначення ступеня важливості дозволить у подальшому керувати включенням чи виключенням з моделі управління ресурсами даних про певне обладнання чи витратні матеріали. Що стосується елементів множини режимів роботи MODE, то нечіткість цього рівня може вказувати на те, що певний режим $MODE_k$ використовується із вказаним ступенем важливості. При цьому, якщо його ступінь нижчий визначеного порогу, то він може бути замінений на інший режим, подібний, відповідно, до якоїсь мірі схожості.

2. Важливість кожного із витратних матеріалів CR_j, пов'язаних із певним механізмом/обладнанням MR_i та/або режимом роботи $MODE_k$ може виражатися через нечіткість відношень між відповідними сутностями. Крім того, для одного і того ж виробничого процесу можуть застосовуватися різні набори механізмів/обладнання MR та витратних матеріалів CR залежно від використаного режиму виконання роботи $MODE_k$. При цьому, ймовірності вибору основних ресурсів для режиму (і, як наслідок, витратних матеріалів для обладнання/механізмів) можуть представлятися засобами нечіткої моделі даних.
3. Характеристика або параметр деякого ресурсу CR_j, MR_i чи режиму його використання $MODE_k$ може бути задана інтервальним значенням, бути відсутня або не визначена, бути недостовірною (наприклад, отримана з похибкою) або суперечливою (представлена в різних джерелах різними значеннями). Подібні недосконалості даних можуть бути представлені нечіткою інтерпретацією атрибутів на рівні типів даних (нечіткі типи замість звичайних), нечітких зв'язків атрибутів із сутностями чи відношеннями або іншими моделями.

Побудова узагальненої нечіткої інфологічної моделі інформаційної системи контролю витрат ресурсів

Визначені вище рівні нечіткості даних системи контролю витрат ресурсів можна представити за допомогою будь-якої з наведених в огляді моделей, але з урахуванням того, що найбільша кількість недосконалої інформації існує у вигляді нечітких характеристик відношень та об'єктів предметної галузі, пропонується використання розширення звичайної моделі сутність-відношення нечіткими значеннями атрибутів.

Поділимо процес розробки нечіткої інфологічної моделі на наступні етапи:

1. побудова звичайної ER-моделі;
2. аналіз типів атрибутів сутностей та відношень на наявність недосконалої інформації та визначення видів недосконалості;
3. побудова узагальненої нечіткої ER-моделі з урахуванням визначених типів недосконалості інформації.

Сутності традиційної ER-моделі представляють об'єкти предметної галузі, відношення визначають зв'язок між сутностями, а у випадку відношення «багато-до-багатьох» вони самі можуть утворювати нові відношення як між собою, так і між сутностями. На рис.1 наведено спрощену схему ER-моделі системи контролю витрат ресурсів без урахування атрибутів відношень та сутностей. Модель визначає ситуацію, при якій витрати ресурсів, що належать множині CR (сутність CR_j) та амортизація або інші зміни в стані обладнання ресурсів, які належать до множини MR (сутність MR_i) залежать від режиму роботи, який належить до множини MODE (сутність $MODE_k$). При такій інтерпретації усі зазначені сутності поєднуються відношенням USE, властивості якого визначають зміни характеристик ресурсів.

Розглянемо представлення в моделі сутності «матеріальний ресурс» (MR_i – механізм чи обладнання, який використовується у виробничому процесі). Сутність може мати як чіткі, так і нечіткі атрибути. До чітких атрибутів відносяться характеристики, які є незмінними в процесі життєвого циклу ресурсу (назва, виробник, рік випуску тощо). Нечіткі атрибути матеріального ресурсу можуть мати такий характер недосконалості: інтервальні або лінгвістичні значення характеристики, невідповідність реально визначеного в процесі експлуатації показника до даних технічного паспорта чи інших нормативних документів. Таким чином, для цього типу сутностей притаманні два види недосконалості – суперечливість (inconsistency) та неточність (imprecision). Будемо позначати відношення атрибуту сутності до чіткого типу як CrispAttr, відношення до неточних атрибутів через ImpAttr, відношення до суперечливих атрибутів – IncAttr. Будь-який неточний атрибут типу ImpAttr може приймати або інтервальні значення, або бути лінгвістичним поняттям деякої множини ImpVal. Для вибору необхідного значення застосовується правило множини CheckRule, яке може бути представлене в базі даних або за допомогою нечіткого запиту, або збереженою процедурою. Значення суперечливого атрибута типу IncAttr визначається на підставі відбору за обмежуючим правилом множини LimitRule, яке визначає поріг відбору значення з множини IncVal (для кожного елемента IncVal повинна бути визначена ймовірність його достовірності Prob). Фрагмент узагальненої інфологічної моделі для сутності «матеріальний ресурс» наведено на рис. 2.

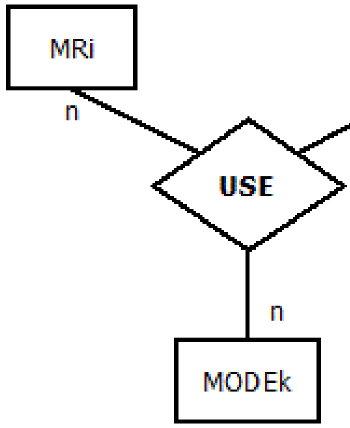


Рис. 1. Спрощена схема ER-моделі. Витрати/амортизація та використання ресурсів залежать від режиму роботи

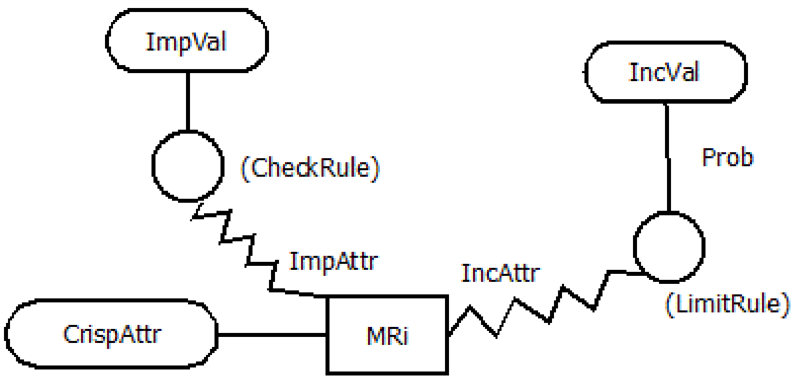


Рис. 2. Фрагмент узагальненої інфологічної моделі для сутності «матеріальний ресурс»

Атрибути сутності «витратний ресурс» (CR_j) представляються описом самого ресурсу та даними про планові витрати матеріалів, визначені технічною документацією з експлуатації обладнання, яке використовує вказаний витратний матеріал. При цьому, частіше за все може спостерігатися недосконалість типу неточність (інтервальні чи лінгвістичні значення показників експлуатації, притаманні тому чи іншому режиму та/або обладнанню). У деяких випадках може спостерігатися недосконалість типу суперечливість (протиріччя інформації з різних документів). Це призводить до появи атрибутів типу IncAttr та вимагає визначення ступенів достовірності (надійності) Ver кожного із документів, які визначають норми витрат ресурсів. Інші властивості можуть бути представлені атрибутами чітких типів. Фрагмент узагальненої інфологічної моделі для сутності «витратний ресурс» наведено на рис. 3. Обмежуючі правила LimitRule оперують в даному випадку значеннями ступенів достовірності джерел, з яких формується множина даних для атрибутів типу IncAttr.

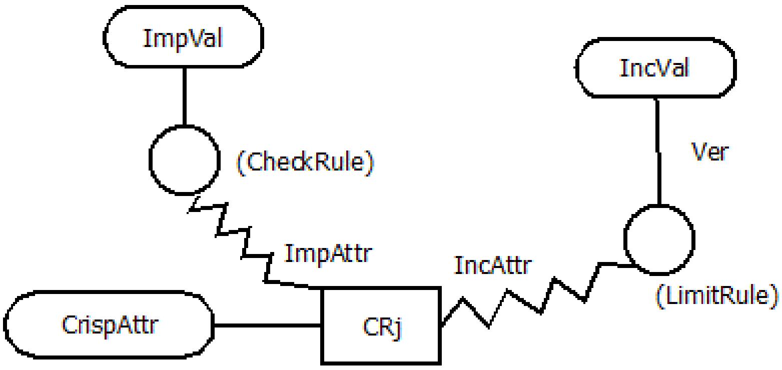


Рис. 3. Фрагмент узагальненої інфологічної моделі
для сутності «витратний ресурс»

Сутність «режим роботи» ($MODE_k$) має набір властивостей, які визначаються описом виробничого процесу чи його окремої стадії. Недостовірність інформації може проявлятися через наявність наступних даних:

- відмінність опису режимів роботи в різних документах (наприклад, розбіжність кількості та назв параметрів режиму) – визначає суперечливі атрибути IncAttr і вимагає визначення ступенів достовірності документів (Ver);
- представлення параметрів режиму у вигляді діапазонів, інтервалів, множин (наприклад, діапазони коефіцієнтів витрат палива залежно від характеру робіт, що виконуються транспортним засобом) – визначає неточні атрибути ImpAttr;
- опис режимів роботи у вигляді лінгвістичних понять, сформульованих експертами предметної галузі (наприклад, об’єднання їзди в декількох різних за швидкістю режимах при різному покритті та/або уклоні шляху в певний цикл) – формує невизначені атрибути VagAttr;
- неповний опис семантики режимів роботи – може призвести до появи різноманітних інтерпретацій одних і тих же даних та визначає неповні атрибути типу AmbAttr.

Обробка атрибутів типу VagAttr полягає у застосуванні узагальнюючих правил деякої множини GenRule, які дозволяють перейти від наборів даних VagValSet, представлених атомарними типами, до лінгвістичних змінних і навпаки. При роботі з неповними атрибутами необхідно визначити, яким чином інтерпретувати відсутність

тих чи інших даних у списку атрибутів. Для цього пропонується введення множини правил NullRule, які відповідають за формування прийнятного рішення на підставі значень існуючих NotNullVal та неіснуючих NullVal атрибутів. З урахуванням наведених типів атрибутів, сутність «режим роботи» може бути представлена схемою на рис.4.

Що стосується відношення між сутностями USE, то йому притаманні наступні види недосконалих атрибутів, визначених вище:

- суперечливість – проявляється у невідповідності реальних і планових показників експлуатації обладнання чи витрат матеріалів;
- неточність – параметри витрат чи амортизації можуть бути представлені діапазонами, інтервалами, множинами чи лінгвістичними даними;
- ненадійність – виникає при неможливості зіставити отримані фактичні показники у відповідність до існуючих режимів роботи обладнання;
- неповнота – виражається у відсутності даних про фактичні витрати, що частіше за все вимагає використання планових показників, а це, в свою чергу, призводить до появи недостовірних даних.

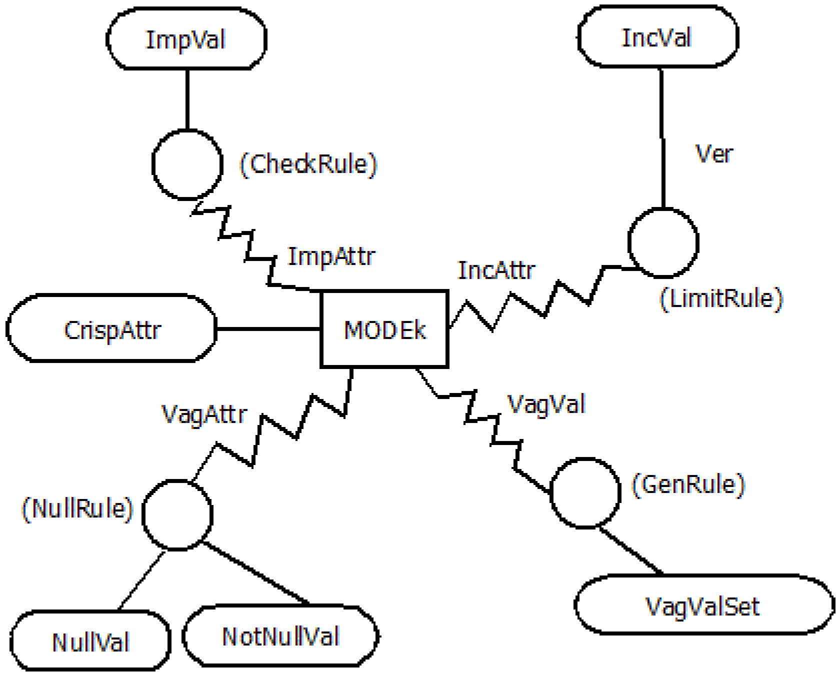


Рис. 4. Фрагмент узагальненої інфологічної моделі
для сутності «режим роботи»

Однією зі значних переваг запропонованої моделі є те, що вона дозволяє одночасне представлення чітких та нечітких атрибутів сутностей і відношень, таким чином забезпечуючи можливість побудови на основі даної моделі реляційних або об’єктно-орієнтованих баз даних з подальшою їх реалізацією за допомогою існуючих систем управління базами даних (MySql, Oracle, Cache тощо), використовуючи лише інструментарій СУБД (таблиці/об’єкти, запити, збережені процедури, тригери тощо).

Висновки

Аналіз недосконалої інформації системи контролю витрат ресурсів показав, що предметна галузь містить у великій кількості дані, які мають суперечливий,

неточний, невизначений, ненадійний або неповний характер і представляють значення атрибутів сутностей і відношень. У той же час, нечіткості відношень між сутностями, або елементи, для яких задаються ступені належності до моделі, практично відсутні і ці елементи можуть бути виключені на етапі формування множин MR, CR та MODE. Виходячи з цього, запропоновано при побудові інфологічної моделі системи контролю витрат ресурсів використовувати для нечітких значень на рівні атрибутів сутностей і відношень розширення звичайної моделі сутність-зв'язок (ER-модель) з можливістю представлення нечітких значень атрибутів. Для безпосереднього інфологічного моделювання в роботі проведено аналіз ключових сутностей і відношень системи контролю витрат ресурсів, визначено типи недосконалостей, притаманні кожній із сутностей і відношень. Розроблено узагальнену інфологічну модель, яка забезпечує можливість одночасного представлення чітких та нечітких атрибутів і може бути використана при проектуванні даталогічної моделі даних з урахуванням особливостей виробничих процесів конкретного підприємства.

Література

1. Дадян Э. Методы, модели, средства хранения и обработки данных / Э. Дадян, Ю. Зеленков. – М: Вузовский учебник, 2017 – 168 с.
2. erwin Data Modeler // [Електр. Ресурс]. – Режим доступу: https://erwin.com/products/data-modeler/
3. Poncelet P. Towards a Formal Approach for Object Database Design / P. Poncelet, M. Teisseire, R. Cicchetti, L Lakhal // VLDB. – 1993. – P. 278-289.
4. Ma Z.M. A Literature Overview of Fuzzy Conceptual Data Modeling/ Z.M. Ma, Li Yan. // Journal of Information Science and Engineering, vol. 26. – 2010. – №2. – P. 427-441.
5. Chen P.P. The entity-relationship model: Toward a unified view of data / P.P. Chen //ACM Transactions on Database Systems. – Vol.1. – 1976. – P. 9-36.
6. Ruspini E. Imprecision and uncertainty in the entity-relationship model/ E. Ruspini. // Fuzzy Logic in Knowledge Engineering, H. Prade and C. V. Negoita, Eds. – Berlin, Germany: Verlag TUV Rheinland. – 1986. – P.18–22.
7. Hudec M. Fuzziness in Information Systems / M. Hudec. – Bratislava: Springer – 2016. – 198 p.
8. Galindo J. Relaxing Constraints in Enhanced Entity-Relationship Models Using Fuzzy Quantifiers/ J. Galindo, A. Urrutia, R. Carrasco, M. Piattini// IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2004. – №.12. – P.780–796.
9. Ma Z.M. Conceptual design of fuzzy object-oriented databases using extended entity-relationship model/ Z. M. Ma, W. J. Zhang, W. Y. Ma, G. Q. Chen // Int. J. Intell. Syst. – Vol. 16, – 2001. – №6. – P.697–711.
10. Fujishiro I. The design of a graph-oriented schema for the management of individualized fuzzy data / I. Fujishiro // Jpn. J. Fuzzy Theory Syst. – Vol.3. – 1991. – № 1. – P.1–14.
11. Yazici A., Buckles B.P., Petry F.E. Handling complex and uncertain information in the exifo and NF data models/ A. Yazici, B.P. Buckles, F.E. Petry // IEEE Trans. Fuzzy Syst. – Vol. 7. – Dec.1999. – P.659–676.

Literatura

1. Dadyan E. Metody, modeli, sredstva hraneniya i obrabotki dannyh / E. Dadyan, Yu. Zelenkov. – M: Vuzovskij uchebnik, 2017 – 168 s.
2. erwin Data Modeler // [Elektr. Resurs]. – Rezhym dostupu: https://erwin.com/products/data-modeler/
3. Poncelet P. Towards a Formal Approach for Object Database Design / P. Poncelet, M. Teisseire, R. Cicchetti, L Lakhal // VLDB. – 1993. – P. 278-289.
4. Ma Z.M. A Literature Overview of Fuzzy Conceptual Data Modeling/ Z.M. Ma, Li Yan. // Journal of Information Science and Engineering, vol. 26. – 2010. – №2. – P. 427-441.
5. Chen P.P. The entity-relationship model: Toward a unified view of data / P.P. Chen //ACM Transactions on Database Systems. – Vol.1. – 1976. – P. 9-36.
6. Ruspini E. Imprecision and uncertainty in the entity-relationship model/ E. Ruspini. // Fuzzy Logic in Knowledge Engineering, H. Prade and C. V. Negoita, Eds. – Berlin, Germany: Verlag TUV Rheinland. – 1986. – P.18–22.
7. Hudec M. Fuzziness in Information Systems / M. Hudec. – Bratislava: Springer – 2016. – 198 p.
8. Galindo J. Relaxing Constraints in Enhanced Entity-Relationship Models Using Fuzzy Quantifiers/ J. Galindo, A. Urrutia, R. Carrasco, M. Piattini// IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2004. – №.12. – P.780–796.
9. Ma Z.M. Conceptual design of fuzzy object-oriented databases using extended entity-relationship model/ Z.

M. Ma, W.J. Zhang, W.Y. Ma, G.Q. Chen // Int. J. Intell. Syst. – Vol. 16, – 2001. – №6. – P.697–711.
10. Fujishiro I. The design of a graph-oriented schema for the management of individualized fuzzy data / I. Fujishiro // Jpn. J. Fuzzy Theory Syst. – Vol.3. – 1991. – № 1. – P.1–14.
11. Yazici A., Buckles B.P., Petry F.E. Handling complex and uncertain information in the exifo and NF data models/ A. Yazici, B.P. Buckles, F.E. Petry // IEEE Trans. Fuzzy Syst. – Vol. 7. – Dec.1999. – P.659–676.

RESUME

O.A. Zolotukhina

Infological modeling of the resource supervising information system

The process of the resource supervising information system data modeling requires an adequate representation of the existing information about the objects and relationships, as well as the possibility of creating new views, conclusions, data sets or solutions based on existing data. Relevant are the following forms of representation, which allow to bring the model characteristics of objects to the actual properties as closely as possible and, thus, provide the required level of data storage and processing. Solving the tasks of the resource supervising based on the processing of resource characteristics, modes of operation, maintenance and repair data. Ways of forming these data include extraction from various sources of paper or electronic information, formulation of expert statements about objects and processes, operational data acquisition from sensors or other technical devices, etc. This leads to the emergence of different kinds of imperfect information and requires the construction of an application infological model based on fuzzy data representation. Conventional approaches to infologic modeling use the Entity-Relation Model (ER-model), IFO-model and others. The following models are used to representing and processing of imperfect data: extended ER-model, fuzzy ER and IFO models, fuzzy queries to crisp data. It was revealed that the imperfect information of the resource supervising information system is mainly represented by fuzzy attributes. Therefore, an extended ER-model was chosen for infologic modeling. The article brings forward to use for fuzzy values at the level of attributes of entities and relationships, exetended ER-model with the possibility of representing fuzzy attribute values for constructing the infological model of the system. The types and features of imperfections that are inherent to the entities "Material Resource", "Consumable resource ", "Mode of work", the "Use"-relationship are defined. Also, the general rules for processing different types of imperfections, that exist in the resource supervising information system, are defined. The developed generalized infological model can allow the simultaneous presentation of crisp and fuzzy attributes of entities and relationships and can be used in datalogical modeling taking into account the features of the specific enterprise production processes.

Надійшла до редакції 23.11.2017

